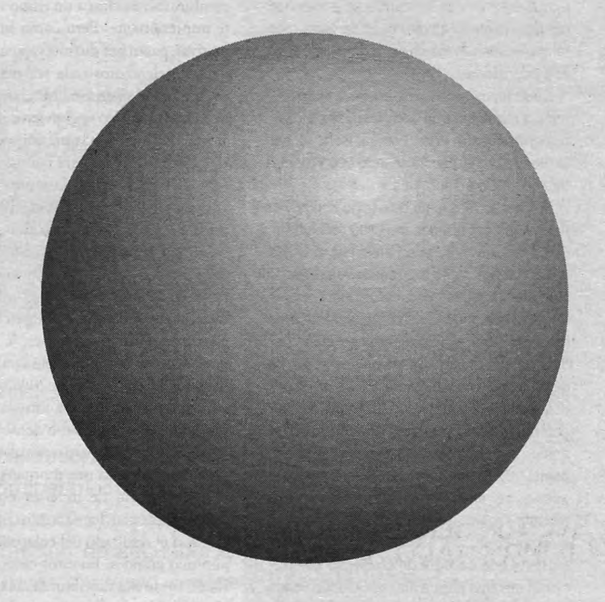


ASTROFISICA: OBJETOS ULTRADENSOS

Estrellas de quarks

Enanas blancas, estrellas de neutrones, agujeros negros parecían, hasta ahora, los finales posibles para las estrellas, una vez terminado el combustible que las hace funcionar. Hasta ahora, porque dos grupos de astrónomos creen firmemente haber encontrado estrellas de quarks, los últimos componentes de la materia. Son objetos de apenas unos kilómetros de diámetro, pero con una masa superior a la del Sol y más pequeños aún que las estrellas de neutrones. Los dos nuevos candidatos al título de "estrella de quarks" exceden lo astronómico y se introducen en el áspero terreno de la física de partículas. En esta edición, **Futuro** cuenta el pesado descubrimiento.



OPINION: EL OZONO Y LOS CFCs

Un agujero en el Protocolo de Montreal

POR SULIM GRANOVSKY*

En 1975 un investigador del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), el científico mexicano-estadounidense Mario Molina publicó en la revista *Nature* una premonición catastrófica que conmovió a la comunidad científica internacional. La tesis de Molina expresaba que ciertos productos industriales adelgazaban peligrosamente la capa de ozono y dejaban el camino libre a las radiaciones solares ultravioletas, que producen enfermedades como el cáncer o la ceguera, debilitan el sistema inmunológico y afectan gravemente la flora y la fauna. El mayor factor de riesgo lo constituían productos químicos como algunos gases clorofluorocarbonos (CFCs) con vastas aplicaciones industriales y también los extintores de incendio de la familia de los gases halones. No sólo la comunidad científica se hizo eco del trabajo del profesor Molina, sino que el asunto trascendió al ámbito industrial e impactó en la ONU. En 1987 se suscribió el Protocolo de Montreal, que obligó legalmente a los países firmantes a abandonar progresivamente la fabricación y el uso de esas y otras sustancias que fueron agrupadas bajo la calificación SAOs (sustancias agotadoras del ozono).

Los tiempos otorgados por el Protocolo de Montreal se fueron acortando y venciendo, y la obligatoria reconversión industrial en la que hizo punta la industria aerosolista encontró en la mezcla de gases hidrocarburos un sucedáneo de mucho menor precio que los CFCs. Lamentablemente, la misma actitud no fue asumida tan rápidamente por otras industrias usuarias de los CFCs, como la refrigeración, la climatización y de las espumas de poliuretano.

Veinte años después de su investigación, Mario Molina fue galardonado en 1995 con el Premio Nobel de Química. Los usuarios de los CFCs que aún no lo habían hecho comenzaron a reconvertirse y los fabricantes de CFCs fueron cerrando sus plantas elaboradoras (hubo prohibiciones en la UE, en los Estados Unidos de América y cierres voluntarios en el cono sur).

Hoy la vulnerable capa de ozono ha comenzado a recomponerse. Si aún se detecta el "agujero" sobre los casquetes polares, es porque continúan llegando a la estratosfera los gases emitidos 10 años atrás.

MERCADO NEGRO

Ahora que está cercano el vencimiento de las fechas de tolerancia que fijó el Protocolo de Montreal, los diferentes calendarios estipulados para los países industriales y los "emergentes" generan confusión y dejan margen para maniobras ilegales. Algunos países se ampararon bajo el paraguas de "emergentes" (China, Rusia e India) y aumentaron la producción de CFCs, tornando difícil el control de sus exportaciones. Es verdad que en algunos casos es realmente difícil para los usuarios disponer de sustitutos, pero, a la inversa, también sucede que por razones económicas persiste la resistencia a efectuar inversiones para incorporar innovaciones técnicas en los equipos, a pesar de que es factible hacerlo.

Una investigación de Julian Newman (miembro de una ONG británica que vigila el tráfico ilegal de especies en extinción, maderas y SAOs), que reprodujo una publicación de la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) denuncia que a sólo 10 años del Protocolo de Montreal los CFCs ingresados ilegalmente por el puerto de Miami ocupaban el segundo lugar, en términos de valor, entre las mercaderías contrabandeadas.

Los países que compran CFCs en el mercado negro se hacen de sustanciales diferencias porque suelen pagarlos a precio de saldo: un contenedor de sólo 20 toneladas puede dejar un beneficio de más de un cuarto millón de dólares.

No es exagerado el calificativo de mafioso si se toma en cuenta que el contrabandista que le vendió a Alemania SAOs de origen chino fue acusado de venderle a ese mismo país piezas de misiles. En otros casos fueron detenidos "camellos" del narcotráfico contrabandeando CFCs en la frontera mexicano-estadounidense. Otro mecanismo para burlar las prohibiciones del Protocolo de Montreal es simular procesos de reciclado cuando en verdad se trata de producciones nuevas, ocultándolas a la sombra de la disposición de la ONU que creó un fondo multilateral para aquellas empresas nacionales que acepten reconvertirse o para las que se dediquen a reciclar los CFCs. La trampa por la vía de la autorización del reciclado permitió que en sólo dos meses de 1997 ingresaran a los Estados Unidos 350 toneladas de halon que teóricamente habían sido recicladas en China. Para tener una idea de lo que significan esas 340 toneladas ha de tenerse presente que la planta más moderna de reciclado no superaba las 70 toneladas anuales.

El cambio de destino es otra de las maniobras. A mediados de los 90 algunos intermediarios (particularmente del Reino Unido) importaron grandes cargamentos de Rusia con el objetivo declarado de enviarlos a los países emergentes favorecidos por los plazos mayores de tolerancia en el calendario, pero lo cierto es que esos cargamentos terminaron en el mercado negro europeo y estadounidense.

Cuando los estadounidenses descubrieron las maniobras de contrabando y lanzaron la Operación Brisa Fresca, en 1995 por la Florida ya habían ingresado 9000 toneladas de CFCs en sólo dos años.

Empresas fantasma del Reino Unido y de Alemania contrabandearon 800 toneladas de CFCs que terminaron en el Reino Unido, Italia, Bélgica, Grecia, Francia, Alemania, Hungría y los Estados Unidos. India, Pakistán, Malasia, Indonesia y Vietnam han crecido como centros de contrabando en la medida en que al resto de los países se les hace más difícil conseguir los CFCs producidos legalmente. Con todo, el futuro de los contrabandistas verá achicarse sus márgenes de maniobra en la medida en que las plantas de China, Irán e India, entre otras, acaben cerrándose para cumplir los compromisos internacionales que esos países suscribieron.

Hasta que se logre un consenso internacional efectivo para evitar las producciones ilegales, el contrabando no sólo sobrevivirá sino que se hará más redituable (a menor oferta mayor valor). Países como el nuestro tendrán que cubrir el vacío legal existente y sancionar las normas complementarias que demandan los compromisos suscriptos –recordar que tras la reforma constitucional de 1994 el Protocolo de Montreal es ley de leyes– y capacitar a los aduaneros que seguramente tienen más experiencia para detectar un contrabando de cigarrillos que para pesquisar el ingreso fraudulento de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

* Coordinador de programas escolares de esclarecimiento sobre la problemática atmosférica y ex presidente de la Cámara Argentina del Aerosol (CADEA).

***Futuro** mantiene este espacio abierto a los científicos argentinos para que cuenten sobre qué están trabajando o para que opinen sobre este u otros temas.*

Estrellas...

POR MARIANO RIBAS

Son tan pequeñas como una ciudad, pero más pesadas que todo el Sol. En su interior, la materia ha llegado a un increíble nivel de compresión, una densidad tan tremenda que desafía, casi con insolencia, los límites de la física convencional. De hecho, las estrellas de quarks parecen inaugurar una nueva página en el libro de extravagancias cósmicas, porque no están hechas de materia "normal", sino de materia que se ha degenerado a causa de los violentísimos mecanismos que les han dado origen. Básicamente, serían bolas de puros quarks, una sopa elemental, compacta y ultrapesada formada por los componentes primarios de todo lo que existe. Hasta hace muy poco, estos objetos eran apenas una posibilidad teórica, y quizás, hasta un capricho de algunos astrofísicos. Sin embargo, dos flamantes descubrimientos parecen, al menos, apuntalar su insólita existencia.

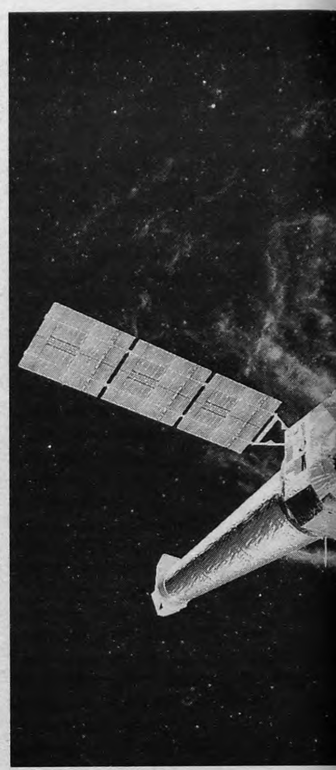
ESTRELLAS EN AGONIA

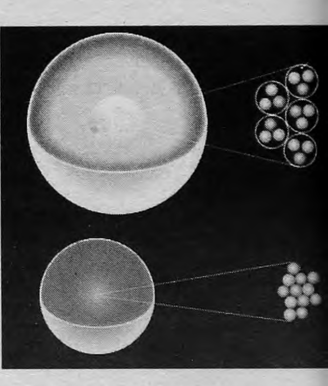
Las estrellas no son todas iguales. Y sus vidas, tampoco. Hay estrellas ordinarias –como el Sol– capaces de vivir 10 mil millones de años, quemando lentamente el hidrógeno de sus entrañas, convirtiéndolo en helio. Y una vez que han agotado su hidrógeno, comienzan una penosa agonía, que finalmente las convertirá en una enana blanca, un cadáver estelar muy denso, rodeado de una enorme y colorida nebulosa en expansión. Pero para las estrellas más grandes, la vida es mucho más corta y agitada. Y sus finales son mucho más espectaculares. Apenas viven unos 10 millones de años, porque queman su combustible nuclear a un ritmo verdaderamente impresionante. Pero como son mucho más masivas, pasan por distintas etapas de fusión, generando elementos cada vez más pesados. Sin embargo, todo tiene su límite: llega un momento en que el núcleo se convierte en una esfera de átomos de hierro, y la presión externa de la estrella ya no alcanza para continuar la combustión. Entonces, en un instante, toda la estrella se derrumba sobre sí misma, el núcleo es comprimido al máximo y se produce un "rebote" hacia afuera: la estrella explota espectacularmente, desparramando por el espacio buena parte de su materia. Es una supernova. La bestial presión soportada por el núcleo obliga a la fusión de los electrones y de los protones. Y entonces todo queda convertido a una masa de neutrones que llega a medir apenas unos 20 kilómetros de diámetro. Así se forma una estrella de neutrones, un objeto pavorosamente denso y pesado: una sola cucharadita de su materia ultracompacta pesaría más que toda una montaña.

El repertorio de muertes estelares parecía completarse con los famosos agujeros negros, que son el resultado del colapso de las estrellas aún más grandes. En estos casos, toda la materia de la estrella moribunda colapsa hasta límites increíbles, formando un objeto pequeñísimo y de una densidad inimaginable. Tanto, que su colosal fuerza de gravedad atrae todo tipo de radiación, incluso a la luz, haciéndolos invisibles. Enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros. Tres finales posibles. Pero, probablemente, no los únicos.

LA SOSPECHA

Desde la década del 80 algunos científicos vienen barajando la posibilidad de una cuarta variante: si una estrella de neutrones adquiere suficiente masa extra (quizá, robándosela a una estrella compañera), o si el derrumbe que antecede a su estallido como supernova es aún más fuerte, la presión sobre su núcleo podría "aplastar" a los neutrones, desmenuzándolos en las partículas que los componen: los quarks (vale la pena recordar, que los neutrones –y también los protones– están formados por 3 quarks). Distintos experimentos han confirmado la existencia de los quarks que, hasta ahora, parecen ser la última frontera de lo minúsculo. Sin embargo, los científicos nunca han encontrado quarks





Lo más probable es que con estos descubrimientos, por fin, se haya tropezado con dos estrellas de quarks, objetos de apenas unos ki-lómetros de diámetro, pero con una masa superior a la del Sol. Y más allá de lo estrictamente astro-nómico, sería la primera vez que se encuentra materia de este tipo: puras partículas elementales.

sueltos, porque siempre parecen estar agrupa-dos formando a los protones y a los neutrone (que son los integrantes del núcleo átomo "clá-sico"). A partir de todo esto, los astrónomos mo-delaron las características de una hipotética es-trella de quarks. En principio, semejante cos debería ser más chica y más densa que una es-trella de neutrones (pero sin llegar a ser un agu-jero negro). Sin embargo, más allá de las espe-culaciones, más o menos razonables, ningun estrella de quarks había dado la cara... hasta aho-ra: porque a falta de una, parece que se han en-contrado dos.

EL DOBLE HALLAZGO

Para estar a tono con su extravagancia, lo protagonistas de esta historia tienen nombres d por sí raros: RXJ 1856.5-3754 y 3C58. Verda-deramente, serían muy buenos nombres par

OPINION: EL OZONO Y LOS CFCs

Un agujero en el Protocolo de Montreal

POR SULIM GRANOVSKY*

En 1975 un investigador del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts), el científico mexicano-estadounidense Mario Molina publicó en la revista *Nature* una premonición catastrófica que conmovió a la comunidad científica internacional. La tesis de Molina expresaba que ciertos productos industriales adelgazaban peligrosamente la capa de ozono y dejaban el camino libre a las radiaciones solares ultravioletas, que producen enfermedades como el cáncer o la ceguera, debilitan el sistema inmunológico y afectan gravemente la flora y la fauna. El mayor factor de riesgo lo constituían productos químicos como algunos gases clorofluorocarbonos (CFCs) con vastas aplicaciones industriales y también los extintores de incendio de la familia de los gases halones. No sólo la comunidad científica se hizo eco del trabajo del profesor Molina, sino que el asunto trascendió al ámbito industrial e impactó en la ONU. En 1987 se suscribió el Protocolo de Montreal, que obligó legalmente a los países firmantes a abandonar progresivamente la fabricación y el uso de esas y otras sustancias que fueron agrupadas bajo la calificación SAOs (sustancias agotadoras del ozono).

Los tiempos otorgados por el Protocolo de Montreal se fueron acortando y venciendo, y la obligatoria reconversión industrial en la que hizo punta la industria aerosolista encontró en la mezcla de gases hidrocarburos un sucedáneo de mucho menor precio que los CFCs. Lamentablemente, la misma actitud no fue asumida tan rápidamente por otras industrias usuarias de los CFCs, como la refrigeración, la climatización y de las espumas de poliuretano.

Veinte años después de su investigación, Mario Molina fue galardonado en 1995 con el Premio Nobel de Química. Los usuarios de los CFCs que aún no lo habían hecho comenzaron a reconvertirse y los fabricantes de CFCs fueron cerrando sus plantas elaboradoras (hubo prohibiciones en la UE, en los Estados Unidos de América y cierres voluntarios en el cono sur).

Hoy la vulnerable capa de ozono ha comenzado a recomponerse. Si aún se detecta el "agujero" sobre los casquetes polares, es porque continúan llegando a la estratosfera los gases emitidos 10 años atrás.

MERCADO NEGRO

Ahora que está cercano el vencimiento de las fechas de tolerancia que fijó el Protocolo de Montreal, los diferentes calendarios estipulados para los países industriales y los "emergentes" generan confusión y dejan margen para maniobras ilegales. Algunos países se ampararon bajo el paraguas de "emergentes" (China, Rusia e India) y aumentaron la producción de CFCs, tornando difícil el control de sus exportaciones. Es verdad que en algunos casos es realmente difícil para los usuarios disponer de sustitutos, pero, a la inversa, también sucede que por razones económicas persiste la resistencia a efectuar inversiones para incorporar innovaciones técnicas en los equipos, a pesar de que es factible hacerlo.

Una investigación de Julian Newman (miembro de una ONG británica que vigila el tráfico ilegal de especies en extinción, maderas y SAOs), que reprodujo una publicación de la UNEP (Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente) denuncia que a sólo 10 años del Protocolo de Montreal los CFCs ingresados ilegalmente por el puerto de Miami ocupaban el segundo lugar, en términos de valor, entre las mercaderías contrabandeadas.

Los países que compran CFCs en el mercado negro se hacen de sustanciales diferencias porque suelen pagarlos a precio de saldo: un contenedor de sólo 20 toneladas puede dejar un beneficio de más de un cuarto millón de dólares.

No es exagerado el calificativo de mafioso si se toma en cuenta que el contrabandista que le vendió a Alemania SAOs de origen chino fue acusado de venderle a ese mismo país piezas de misiles. En otros casos fueron detenidos "camellos" del narcotráfico contrabandeando CFCs en la frontera mexicano-estadounidense. Otro mecanismo para burlar las prohibiciones del Protocolo de Montreal es simular procesos de reciclado cuando en verdad se trata de producciones nuevas, ocultándolas a la sombra de la disposición de la ONU que creó un fondo multilateral para aquellas empresas nacionales que acepten reconvertirse o para las que se dediquen a reciclar los CFCs. La trampa por la vía de la autorización del reciclado permitió que en sólo dos meses de 1997 ingresaran a los Estados Unidos 350 toneladas de halon que teóricamente habían sido recicladas en China. Para tener una idea de lo que significan esas 340 toneladas ha de tenerse presente que la planta más moderna de reciclado no superaba las 70 toneladas anuales.

El cambio de destino es otra de las maniobras. A mediados de los 90 algunos intermediarios (particularmente del Reino Unido) importaron grandes cargamentos de Rusia con el objetivo declarado de enviarlos a los países emergentes favorecidos por los plazos mayores de tolerancia en el calendario, pero lo cierto es que esos cargamentos terminaron en el mercado negro europeo y estadounidense.

Cuando los estadounidenses descubrieron las maniobras de contrabando y lanzaron la Operación Brisa Fresca, en 1995 por la Florida ya habían ingresado 9000 toneladas de CFCs en sólo dos años.

Empresas fantasma del Reino Unido y de Alemania contrabandearon 800 toneladas de CFCs que terminaron en el Reino Unido, Italia, Bélgica, Grecia, Francia, Alemania, Hungría y los Estados Unidos. India, Pakistán, Malasia, Indonesia y Vietnam han crecido como centros de contrabando en la medida en que al resto de los países se les hace más difícil conseguir los CFCs producidos legalmente. Con todo, el futuro de los contrabandistas verá achicarse sus márgenes de maniobra en la medida en que las plantas de China, Irán e India, entre otras, acaben cerrándose para cumplir los compromisos internacionales que esos países suscribieron.

Hasta que se logre un consenso internacional efectivo para evitar las producciones ilegales, el contrabando no sólo sobrevivirá sino que se hará más redituable (a menor oferta mayor valor). Países como el nuestro tendrán que cubrir el vacío legal existente y sancionar las normas complementarias que demandan los compromisos suscriptos –recordar que tras la reforma constitucional de 1994 el Protocolo de Montreal es ley de leyes– y capacitar a los aduaneros que seguramente tienen más experiencia para detectar un contrabando de cigarrillos que para pesquisar el ingreso fraudulento de sustancias agotadoras de la capa de ozono.

* Coordinador de programas escolares de esclarecimiento sobre la problemática atmosférica y ex presidente de la Cámara Argentina del Aerosol (CADEA).

***Futuro** mantiene este espacio abierto a los científicos argentinos para que cuenten sobre qué están trabajando o para que opinen sobre este u otros temas.*

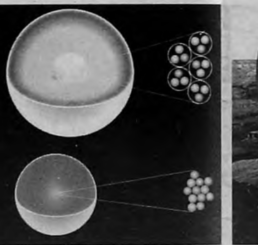
Estrellas...

POR MARIANO RIBAS

Son tan pequeñas como una ciudad, pero más pesadas que todo el Sol. En su interior, la materia ha llegado a un increíble nivel de compresión, una densidad tan tremenda que desafía, casi con insolencia, los límites de la física convencional. De hecho, las estrellas de quarks parecen inaugurar una nueva página en el libro de extravagancias cósmicas, porque no están hechas de materia "normal", sino de materia que se ha degenerado a causa de los violentísimos mecanismos que les han dado origen. Básicamente, serían bolas de puros quarks, una sopa elemental, compacta y ultrapesada formada por los componentes primarios de todo lo que existe. Hasta hace muy poco, estos objetos eran apenas una posibilidad teórica, y quizás, hasta un capricho de algunos astrofísicos. Sin embargo, dos flamantes descubrimientos parecen, al menos, apuntalar su insólita existencia.



EL OBSERVATORIO ESPACIAL CHANDRA DE RAYOS X FUE EL QUE PERMITIO EL DESCUBRIMIENTO. ABAJO, DOS COMPARACIONES ENTRE LAS ESTRELLAS DE NEUTRONES Y DE QUARKS: EN TAMAÑO Y EN ESTRUCTURA INTERNA. LAS DE QUARKS SIEMPRE SON MAS DENSAS.



Estrella de Neutrones

Estrella de Quarks

ESTRELLAS EN AGONIA

Las estrellas no son todas iguales. Y sus vidas, tampoco. Hay estrellas ordinarias –como el Sol– capaces de vivir 10 mil millones de años, quemando lentamente el hidrógeno de sus entrañas, convirtiéndolo en helio. Y una vez que han agotado su hidrógeno, comienzan una penosa agonía, que finalmente las convertirá en una enana blanca, un cadáver estelar muy denso, rodeado de una enorme y colorida nebulosa en expansión. Pero para las estrellas más grandes, la vida es mucho más corta y agitada. Y sus finales son mucho más espectaculares. Apenas viven unos 10 millones de años, porque queman su combustible nuclear a un ritmo verdaderamente impresionante. Pero como son mucho más masivas, pasan por distintas etapas de fusión, generando elementos cada vez más pesados. Sin embargo, todo tiene su límite: llega un momento en que el núcleo se convierte en una esfera de átomos de hierro, y la presión externa de la estrella ya no alcanza para continuar la combustión. Entonces, en un instante, toda la estrella se derrumba sobre sí misma, el núcleo es comprimido al máximo y se produce un "rebote" hacia afuera: la estrella explota espectacularmente, desparramando por el espacio buena parte de su materia. Es una supernova. La bestial presión soportada por el núcleo obliga a la fusión de los electrones y de los protones. Y entonces todo queda convertido a una masa de neutrones que llega a medir apenas unos 20 kilómetros de diámetro. Así se forma una estrella de neutrones, un objeto pavorosamente denso y pesado: una sola cucharadita de su materia ultracompacta pesaría más que toda una montaña.

El repertorio de muertes estelares parecía completarse con los famosos agujeros negros, que son el resultado del colapso de las estrellas aún más grandes. En estos casos, toda la materia de la estrella moribunda colapsa hasta límites increíbles, formando un objeto pequeñísimo y de una densidad inimaginable. Tanto, que su colosal fuerza de gravedad atrae todo tipo de radiación, incluso a la luz, haciéndolos invisibles. Enanas blancas, estrellas de neutrones y agujeros negros. Tres finales posibles. Pero, probablemente, no los únicos.

LA SOSPECHA

Desde la década del 80 algunos científicos vienen barajando la posibilidad de una cuarta variante: si una estrella de neutrones adquiere suficiente masa extra (quizá, robándosela a una estrella compañera), o si el derrumbe que antecede a su estallido como supernova es aún más fuerte, la presión sobre su núcleo podría "aplastar" a los neutrones, desmenuzándolos en las partículas que los componen: los quarks (vale la pena recordar, que los neutrones –y también los protones– están formados por 3 quarks). Distintos experimentos han confirmado la existencia de los quarks que, hasta ahora, parecen ser la última frontera de lo minúsculo. Sin embargo, los científicos nunca han encontrado quarks sueltos, porque siempre parecen estar agrupados formando a los protones y a los neutrones (que son los integrantes del núcleo átomo "clásico"). A partir de todo esto, los astrónomos modelaron las características de una hipotética estrella de quarks. En principio, semejante cosa debería ser más chica y más densa que una estrella de neutrones (pero sin llegar a ser un agujero negro). Sin embargo, más allá de las especulaciones, más o menos razonables, ninguna estrella de quarks había dado la cara... hasta ahora: porque a falta de una, parece que se han encontrado dos.

Lo más probable es que con estos descubrimientos, por fin, se haya tropezado con dos estrellas de quarks, objetos de apenas unos kilómetros de diámetro, pero con una masa superior a la del Sol. Y más allá de lo estrictamente astronómico, sería la primera vez que se encuentra materia de este tipo: puras partículas elementales.

EL DOBLE HALLAZGO

Para estar a tono con su extravagancia, los protagonistas de esta historia tienen nombres de por sí raros: RXJ 1856.5-3754 y 3C58. Verdaderamente, serían muy buenos nombres para nuevos androides en la saga de *Star Wars*. Pero la verdad es que esa es la denominación técnica de dos objetos que estaban catalogados como simples estrellas de neutrones. Sin embargo, las flamantes investigaciones realizadas por dos grupos de astrónomos indican otra cosa: según dicen, lo más probable es que, por fin, se haya tropezado con dos estrellas de quarks, objetos de apenas unos kilómetros de diámetro, pero con una masa superior a la del Sol. Y más allá de lo estrictamente astronómico, sería la primera vez que se encuentra materia de este tipo: puras partículas elementales. El asunto ya está haciendo bastante ruido, y no sólo está acaparando la atención de las principales revistas de astronomía del mundo, sino también de muchas otras publicaciones científicas. A continuación, un vistazo a cada uno de los casos.

CASO 1: "DEMASIADO CHICA"

El Observatorio Chandra de Rayos X es la pieza clave de estos descubrimientos. Fue lanzado al espacio en 1999, a bordo de un transbordador espacial. Y a diferencia del famoso Telescopio Espacial Hubble, el Chandra puede observar el universo en las longitudes de onda correspondientes a los rayos X, un tipo de radiación principalmente asociada a objetos y fenómenos de alta energía (como las supernovas o los quasares). La cuestión es que durante los últimos tiempos, el doctor Jeremy Drake y sus colegas del Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, en Cambridge, han estado trabajando con el Chandra. Y uno de sus blancos fue RXJ1856.5.3754, una aparente estrella de neutrones que está a 360 años luz de la Tierra, en una zona del cielo que corresponde a la constelación de Corona Australis. Esas observaciones revelaron que el objeto –que, según Drake, es el remanente de una explosión de supernova ocurrida hace miles de años– tiene una temperatura de 700 mil grados (¡más de cien veces la de la superficie del Sol!). De todos modos, eso no parecía nada raro.

Los quarks parecen ser los ladrillos más básicos de la materia. Pero ningún experimento terrestre (en los aceleradores de partículas) ha logrado liberarlos de los neutrones o los protones por más de una exigua fracción de segundo. En verdad, hasta ahora no conocemos la materia hecha de puros quarks sueltos.

Lo curioso vino después, cuando Drake y los suyos decidieron espiar a RXJ1856 (para abreviar) con el Telescopio Espacial Hubble: la imagen en luz visible reveló que se trataba de una estrella de color azul y extremadamente tenue. Al confrontar ambas observaciones, los astrónomosllegaron a una llamativa conclusión: algo tan caliente sólo puede ser tan tenue en luz visible si es muy pero muy chico. Después de los cálculos, Drake determinó que el objeto medía apenas 11 kilómetros de diámetro. Una verdadera miseria. "RXJ1856 es un 50 por ciento más chica que una estrella de neutrones", dice Drake. Semejante miniatura, en principio, sólo podría explicarse si "los neutrones y los protones de esta estrella se hubiesen disuelto, formando una masa aún más densa y compacta hecha sólo de quarks", agrega el científico. (De todos modos, Drake aclara que podría haber otra explicación, aunque absolutamente improbable: quizás, lo que observaron era justo una zona particularmente caliente de una estrella de neutrones, lo que ocultaría su tamaño verdadero.)

CASO 2: "DEMASIADO FRIA"

La otra fuerte candidata a estrella de quarks está directamente relacionada con un episodio histórico de la astronomía: la supernova de 1181, que fue observada a simple vista sólo por astrónomos chinos y japoneses. El resultado de ese monumental cataclismo estelar fue 3C58, un objeto que está a unos 10 mil años luz de la Tierra, en dirección a la constelación de Casiopea, y que hasta ahora, había sido catalogado como un púlsar (una estrella de neutrones en rápida rotación). Al igual que Drake, su colega David Gelfand, de la Universidad de Columbia, y sus colegas también le sacaron provecho al Chandra, este nuevo chiche de la astronomía (que lleva el nombre del gran astrofísico indio Subrahmanyan Chandrasekhar, fallecido hace unos años). Y también se llevaron una sorpresa: cuando apuntaron el telescopio a 3C58, notaron que sus emisiones de rayos X delatan una temperatura de menos de 1 millón de grados. Parece mucho, pero según Gelfand, es muy poco teniendo en cuenta la relativa juventud del objeto (algo más de 800 años). Todo los modelos teóricos actuales sobre las estrellas de neutrones indican una tasa de enfriamiento mucho más lenta: "la temperatura de 3C58 es apenas la mitad de la que cabría esperar para una estrella de neutrones tan joven", dice Gelfand. ¿Y el tamaño? Ahí no hay tanta precisión como en el caso de RXJ1856, pero se habla de un diámetro mínimo de 9 kilómetros, y un máximo de 16. Otra vez, poco. Según el científico de la Universidad de Columbia, "las observaciones sugieren que el núcleo de esta estrella está hecho de una nueva y exótica clase de materia". Una sopa de quarks apretados, ni más ni menos. Para comprender semejante locura de la naturaleza, Gelfand dio un ejemplo sumamente gráfico: "si toda la Tierra fuese comprimida hasta alcanzar la densidad de 3C58, nuestro planeta entraría cómodamente en pequeño auditorio".

MACRO Y MICROCOSMOS

Más allá de lo meticuloso de cada uno de los trabajos, y de los formidables instrumentos que se han utilizado, ambos equipos de astrónomos advierten que estos resultados sobre la existencia de las estrellas de quarks todavía son tentativos. Pero la idea no suena disparatada, y las evidencias parecen confirmar la sospecha de los años 80. Es más, además de RXJ1856 y 3C58, Drake dice que "hay varios casos más en estudio, pero no son tan obvios como estos dos".

Los quarks parecen ser los ladrillos más básicos de la materia. Pero ningún experimento terrestre (choques de partículas de altísima energía) ha logrado liberarlos de los neutrones o los protones por más de una exigua fracción de segundo. En verdad, no conocemos la materia hecha de puros quarks sueltos. Es sumamente paradójico, entonces, que los astrónomos, acostumbrados a enfrentarse con lo macro, quizás hayan encontrado las pistas del estado más elemental de lo micro: quarks libres, y no los "atados" que forman protones y neutrones (como estamos acostumbrados en la Tierra, en el Sistema Solar y en el resto del universohasta ahora conocido). Las estrellas de quarks podrían ser uno de los experimentos más osados de la naturaleza. Un maravilloso punto de contacto entre los extremos físicos de la existencia.

NOVEDADES EN CIENCIA

UNA ANTIGUA VIA ROMANA



ARCHAEOLOGY

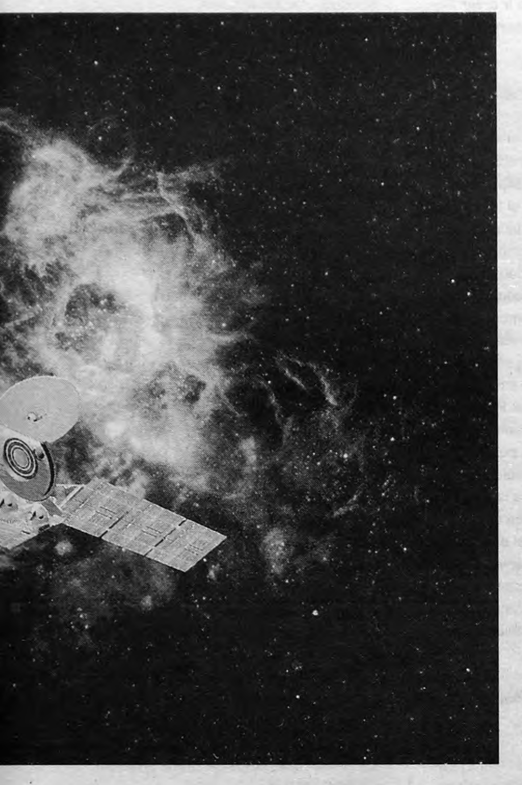
Un descubrimiento casual en Inglaterra confirma, una vez más, que las legendarias carreteras romanas estaban hechas para durar. Las vías del Imperio Romano atravesaron buena parte de Europa, facilitando el comercio y la circulación de tropas y carros. En general, esos caminos seguían un mismo patrón de construcción: una capa inferior de arena, una capa intermedia de piedras, y, por encima, una capa de losa. Y así, duraron siglos. La cuestión es que hace poco, y cerca de la ciudad de Brough, un grupo de operarios estaba reparando una ruta que recorre el sur de Inglaterra. En medio de las excavaciones dieron con un tramo, muy bien conservado, de un viejo camino de piedra de doce metros de ancho: tal como lo confirmaron posteriormente unos arqueólogos británicos, se trataba de una parte de una importante vía construida hace dos mil años. Esta antigua carretera del Imperio Romano pasaba al norte de Londres y recorría unos 400 kilómetros en dirección nordeste-sudoeste, uniendo a las actuales ciudades de Lincoln y Exeter. Refiriéndose a este accidental hallazgo, el arqueólogo británico Russel Trimble dijo: "Es un típico camino romano: está muy bien construido y tiene una alta durabilidad. El simple hecho de haberlo encontrado dos mil años después, y en buenas condiciones, lo demuestra".

LA MOSCA ROBOT



Discover

A veces, algunos científicos juegan con la tecnología, creando engendros un tanto ridículos, al menos, en apariencia. Tal es el caso de la *robofly* (mosca robot), que está siendo desarrollada por un equipo de investigadores de la Universidad de California, en Berkeley. Si bien es cierto que todavía no han llegado al modelo ideal (la imagen que se ve está creada por computadora), los ingenieros Ron Fearing, Krisofer Pister y el biólogo Michael Dickinson están bien encaminados en su curioso propósito: crear una mosca artificial, copiando razonablemente el aspecto y la técnica de vuelo de las verdaderas. En pruebas recientes, los científicos norteamericanos ensayaron con una mosca robot que pesa apenas 0,2 gramos, y cuyas alas tienen una envergadura de 2,5 centímetros. La pequeña máquina funciona con un motorcito eléctrico que hace batir sus alas, construidas de polímero rígido. Pero, hasta ahora, no logró despegar del suelo, porque para eso debería batir sus alas con más fuerza. De todos modos, el trío de investigadores no se rinde, y espera tener un prototipo volando en su laboratorio para fines de 2003. La *robofly* definitiva tendría sensores, controles de vuelo y paneles de energía solar. Ahora, la pregunta obligada: ¿Para qué serviría? Según Fearing, la mosca robot podría realizar tareas de vigilancia en propiedades, monitoreo de condiciones ambientales o, incluso, "podría ser un robot compañero, que nos ayudaría a encontrar cosas en nuestra casa". No será el invento del siglo, pero, al menos, suena divertido.



EL OBSERVATORIO ESPACIAL CHANDRA DE RAYOS X FUE EL QUE PERMITIO EL DESCUBRIMIENTO. ABAJO, DOS COMPARACIONES ENTRE LAS ESTRELLAS DE NEUTRONES Y DE QUARKS: EN TAMAÑO Y EN ESTRUCTURA INTERNA. LAS DE QUARKS SIEMPRE SON MAS DENSAS.



nuevos androides en la saga de *Star Wars*. Pero la verdad es que esa es la denominación técnica de dos objetos que estaban catalogados como simples estrellas de neutrones. Sin embargo, las flamantes investigaciones realizadas por dos grupos de astrónomos indican otra cosa: según dicen, lo más probable es que, por fin, se haya tropezado con dos estrellas de quarks, objetos de apenas unos kilómetros de diámetro, pero con una masa superior a la del Sol. Y más allá de lo estrictamente astronómico, sería la primera vez que se encuentra materia de este tipo: puras partículas elementales. El asunto ya está haciendo bastante ruido, y no sólo está acaparando la atención de las principales revistas de astronomía del mundo, sino también de muchas otras publicaciones científicas. A continuación, un vistazo a cada uno de los casos.

CASO 1: "DEMASIADO CHICA"

El Observatorio Chandra de Rayos X es la pieza clave de estos descubrimientos. Fue lanzado al espacio en 1999, a bordo de un transbordador espacial. Y a diferencia del famoso Telescopio Espacial Hubble, el Chandra puede observar el universo en las longitudes de onda correspondientes a los rayos X, un tipo de radiación principalmente asociada a objetos y fenómenos de alta energía (como las supernovas o los quasares). La cuestión es que durante los últimos tiempos, el doctor Jeremy Drake y sus colegas del Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, en Cambridge, han estado trabajando con el Chandra. Y uno de sus blancos fue RXJ1856.5.3754, una aparente estrella de neutrones que está a 360 años luz de la Tierra, en una zona del cielo que corresponde a la constelación de Corona Australis. Esas observaciones revelaron que el objeto –que, según Drake, es el remanente de una explosión de supernova ocurrida hace miles de años– tiene una temperatura de 700 mil grados (¡más de cien veces la de la superficie del Sol!). De todos modos, eso no parecía nada raro.

Los quarks parecen ser los ladrillos más básicos de la materia. Pero ningún experimento terrestre (en los aceleradores de partículas) ha logrado liberarlos de los neutrones o los protones por más de una exigua fracción de segundo. En verdad, hasta ahora no conocemos la materia hecha de puros quarks sueltos.

Lo curioso vino después, cuando Drake y los suyos decidieron espiar a RXJ1856 (para abreviar) con el Telescopio Espacial Hubble: la imagen en luz visible reveló que se trataba de una estrella de color azul y extremadamente tenue. Al confrontar ambas observaciones, los astrónomoslllegaron a una llamativa conclusión: algo tan caliente sólo puede ser tan tenue en luz visible si es muy pero muy chico. Después de los cálculos, Drake determinó que el objeto medía apenas 11 kilómetros de diámetro. Una verdadera miseria. "RXJ1856 es un 50 por ciento más chica que una estrella de neutrones", dice Drake. Semejante miniatura, en principio, sólo podría explicarse si "los neutrones y los protones de esta estrella se hubiesen disuelto, formando una masa aún más densa y compacta hecha sólo de quarks", agrega el científico. (De todos modos, Drake aclara que podría haber otra explicación, aunque absolutamente improbable: quizás, lo que observaron era justo una zona particularmente caliente de una estrella de neutrones, lo que ocultaría su tamaño verdadero.)

CASO 2: "DEMASIADO FRIA"

La otra fuerte candidata a estrella de quarks está directamente relacionada con un episodio histórico de la astronomía: la supernova de 1181, que fue observada a simple vista sólo por astrónomos chinos y japoneses. El resultado de ese monumental cataclismo estelar fue 3C58, un objeto que está a unos 10 mil años luz de la Tierra, en dirección a la constelación de Casiopea, y que hasta ahora, había sido catalogado como un púlsar (una estrella de neutrones en rápida rotación). Al igual que Drake, su colega David Gelfand, de la Universidad de Columbia, y sus colegas también le sacaron provecho al Chandra, este nuevo chiche de la astronomía (que lleva el nombre del gran astrofísico indio Subrahmanyan Chandrasekhar, fallecido hace unos años). Y también se llevaron una sorpresa: cuando apuntaron el telescopio a 3C58, notaron que sus emisiones de rayos X delatan una temperatura de menos de 1 millón de grados. Parece mucho, pero según Gelfand, es muy poco teniendo en cuenta la relativa juventud del objeto (algo más de 800 años). Todo los modelos teóricos actuales sobre las estrellas de neutrones indican una tasa de enfriamiento mucho más lenta: "la temperatura de 3C58 es apenas la mitad de la que cabría esperar para una estrella de neutrones tan joven", dice Gelfand. ¿Y el tamaño? Ahí no hay tanta precisión como en el caso de RXJ1856, pero se habla de un diámetro mínimo de 9 kilómetros, y un máximo de 16. Otra vez, poco. Según el científico de la Universidad de Columbia, "las observaciones sugieren que el núcleo de esta estrella está hecho de una nueva y exótica clase de materia". Una sopa de quarks apretados, ni más ni menos. Para comprender semejante locura de la naturaleza, Gelfand dio un ejemplo sumamente gráfico: "si toda la Tierra fuese comprimida hasta alcanzar la densidad de 3C58, nuestro planeta entraría cómodamente en pequeño auditorio".

MACRO Y MICROCOSMOS

Más allá de lo meticuloso de cada uno de los trabajos, y de los formidables instrumentos que se han utilizado, ambos equipos de astrónomos advierten que estos resultados sobre la existencia de las estrellas de quarks todavía son tentativos. Pero la idea no suena disparatada, y las evidencias parecen confirmar la sospecha de los años 80. Es más, además de RXJ1856 y 3C58, Drake dice que "hay varios casos más en estudio, pero no son tan obvios como estos dos".

Los quarks parecen ser los ladrillos más básicos de la materia. Pero ningún experimento terrestre (choques de partículas de altísima energía) ha logrado liberarlos de los neutrones o los protones por más de una exigua fracción de segundo. En verdad, no conocemos la materia hecha de puros quarks sueltos. Es sumamente paradójico, entonces, que los astrónomos, acostumbrados a enfrentarse con lo macro, quizás hayan encontrado las pistas del estado más elemental de lo micro: quarks libres, y no los "atados" que forman protones y neutrones (como estamos acostumbrados en la Tierra, en el Sistema Solar y en el resto del universohasta ahora conocido). Las estrellas de quarks podrían ser uno de los experimentos más osados de la naturaleza. Un maravilloso punto de contacto entre los extremos físicos de la existencia.

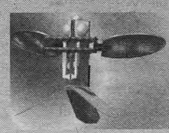
NOVEDADES EN CIENCIA

UNA ANTIGUA VIA ROMANA



ARCHAEOLOGY Un descubrimiento casual en Inglaterra confirma, una vez más, que las legendarias carreteras romanas estaban hechas para durar. Las vías del Imperio Romano atravesaron buena parte de Europa, facilitando el comercio y la circulación de tropas y carros. En general, esos caminos seguían un mismo patrón de construcción: una capa inferior de arena, una capa intermedia de piedras, y, por encima, una capa de losa. Y así, duraron siglos. La cuestión es que hace poco, y cerca de la ciudad de Brough, un grupo de operarios estaba reparando una ruta que recorre el sur de Inglaterra. En medio de las excavaciones dieron con un tramo, muy bien conservado, de un viejo camino de piedra de doce metros de ancho: tal como lo confirmaron posteriormente unos arqueólogos británicos, se trataba de una parte de una importante vía construida hace dos mil años. Esta antigua carretera del Imperio Romano pasaba al norte de Londres y recorría unos 400 kilómetros en dirección nordeste-sudoeste, uniendo a las actuales ciudades de Lincoln y Exeter. Refiriéndose a este accidental hallazgo, el arqueólogo británico Russel Trimble dijo: "Es un típico camino romano: está muy bien construido y tiene una alta durabilidad. El simple hecho de haberlo encontrado dos mil años después, y en buenas condiciones, lo demuestra".

LA MOSCA ROBOT



Discover A veces, algunos científicos juegan con la tecnología, creando engendros un tanto ridículos, al menos, en apariencia. Tal es el caso de la *robofly* (mosca robot), que está siendo desarrollada por un equipo de investigadores de la Universidad de California, en Berkeley. Si bien es cierto que todavía no han llegado al modelo ideal (la imagen que se ve está creada por computadora), los ingenieros Ron Fearing, Krisofer Pister y el biólogo Michael Dickinson están bien encaminados en su curioso propósito: crear una mosca artificial, copiando razonablemente el aspecto y la técnica de vuelo de las verdaderas. En pruebas recientes, los científicos norteamericanos ensayaron con una mosca robot que pesa apenas 0,2 gramos, y cuyas alas tienen una envergadura de 2,5 centímetros. La pequeña máquina funciona con un motorcito eléctrico que hace batir sus alas, construidas de polímero rígido. Pero, hasta ahora, no logró despegar del suelo, porque para eso debería batir sus alas con más fuerza. De todos modos, el trío de investigadores no se rinde, y espera tener un prototipo volando en su laboratorio para fines de 2003. La *robofly* definitiva tendría sensores, controles de vuelo y paneles de energía solar. Ahora, la pregunta obligada: ¿Para qué serviría? Según Fearing, la mosca robot podría realizar tareas de vigilancia en propiedades, monitoreo de condiciones ambientales o, incluso, "podría ser un robot compañero, que nos ayudaría a encontrar cosas en nuestra casa". No será el invento del siglo, pero, al menos, suena divertido.

FINAL DE JUEGO / CORREO DE LECTORES:

donde se vuelve a comentar la obra *Copenhague*, que subió a escena en el Teatro Gral. San Martín

POR LEONARDO MOLEDO

–Bueno –dijo Kuhn–, fui a ver *Copenhague*. Y me gustó mucho aunque, para mi gusto, Werner Heisenberg queda demasiado bien parado. Después de la obra, hubo una exposición a cargo de Juan Pablo Paz, jefe del Departamento de Física de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA, y una discusión posterior entre los presentes. Quedé muy satisfecho.

–Me habría gustado participar –dijo el Comisario Inspector–, pero la gente de la facultad no se lleva especialmente bien con la policía, y temí verme discriminado. Creo que el problema se remonta a ese malentendido de la noche de los bastones largos. No se entiende, verdaderamente.

–Sí –dijo Kuhn–, es incomprensible.

–Y más teniendo en cuenta que aquel episodio se incorporó a la mitología y a la épica de la facultad, y que generaciones enteras se nutrieron con los hechos de aquella edad de oro. Quiero aclarar que yo estaba de licencia, o enfermo, no sé, y no participé en absoluto, y en todo caso me habría negado a participar. Pero pienso que fue allí que se interrumpió la exitosa confluencia entre la Universidad y la policía, que había sido construida pacientemente durante décadas, y que, verdaderamente, habría dado frutos maravillosos.

–Y posiblemente extravagantes –dijo Kuhn–. Verdaderamente es una lástima que la policía fuera tan corta de vista.

–A veces me parece que defiendo causas perdidas –dijo el Comisario Inspector.

–En relación con *Copenhague* –se apresuró Kuhn–, ante todo me gustaría aclarar un punto. En la obra se establece una especie de simetría entre Bohr y Heisenberg en relación con la mecánica cuántica. Bohr tuvo la idea del principio de complementariedad, y Heisenberg, del principio de incertidumbre. Pues bien, creo que no son dos cosas comparables: el principio de incertidumbre es un pilar de la física y de la filosofía, mientras que el principio de complementariedad no parece tener el mismo tono fundamental. En cuanto a la objeción ideológica propuesta el sábado pasado y que comenta aquí Ambrosio Morante, puede ser.

–Demasiado centrada en la bomba atómica como el hecho maldito del siglo. Además de esa simetría entre Bohr y Heisenberg, que me parece injusta científica y políticamente. Aun reconociendo que Heisenberg nunca fue un nazi, e incluso iba, antes de la guerra, a reuniones de grupos antinazis. Pero lo cierto, y ese hecho es indiscutible, es que una vez que empezó la guerra optó por hacer todo lo posible por la causa de su país, cuando, pienso yo, lo que debía hacer un alemán patriota era enrolarse en la lucha *contra* su patria. Contra su país, mejor. La palabra "patria" tiene una connotación nacionalista –en el peor sentido de la palabra– y, como todo el mundo sabe, completamente ajena al universo policial.

–Interpol, el internacionalismo proletario policial y todo eso –suspiró Kuhn–. Ya lo sabemos. Vamos al enigma.

–Respecto del enigma del sábado pasado –dijo el Comisario Inspector–, esto es: ¿es verdad que la diferencia entre dos cuadrados consecutivos es la suma de las bases?, la respuesta es "sí", y la razón, la siguiente: $(n+1)^2 - n^2 = n^2 + 2n + 1 - n^2 = 2n + 1 = n + (n + 1)$, que es la suma de las bases. Enrique Tempelsman lo plantea de una forma muy ingeniosa. Y, para el sábado que viene, les cuento a los lectores algo que leí alguna vez:

si llamamos S a la siguiente suma infinita:
$S = 1 + 2 + 4 + 8 + 16 + ...$
podremos sacar factor común
$S = 1 + 2 (1 + 2 + 4 + ...)$

Ahora bien, lo que está dentro del paréntesis, es justamente S, y podemos poner:
$S = 1 + 2 S$ y pasando al primer término,
$S - 2 S = 1$ o, lo que es lo mismo
$-S = 1$ es decir: $S = -1$

Ahora bien, que la suma de 1 + 2 + 4 + 8 +.... dé como resultado -1 obviamente no puede ser. ¿Dónde está el error en el razonamiento?

¿Qué piensan nuestros lectores?

¿Dónde está el error? ¿Van a ir a ver *Copenhague*? ¿El Comisario Inspector defiende causas perdidas?

Correo de lectores

SOBRE COPENHAGUE

Vi *Copenhague*. Creo que la objeción del Comisario Inspector se puede explicar incorporando la siguiente hipótesis: el tema principal no es la responsabilidad del científico frente a la Segunda Guerra, bomba atómica y Auschwitz incluidos. En realidad, esto último no es sino una excusa anecdótica para referirse al azar y a la incertidumbre, proyectando cuestiones de física atómica a la realidad social, inadecuadamente (¿se llama reduccionismo?), como creo que es costumbre de la ideología posmoderna. Fíjense: no se sabe qué pasó en ese encuentro y se plantean varias hipótesis todas posibles, como las trayectorias de las partículas subatómicas. Además, si el tema fuera la ética, sobraría tanta verbalización técnica que se convertiría en indigerible para el espectador. Lo que provoca confusión es, tal vez, una virtud que se convierte en defecto: la realista interpretación de los actores, que nos induce a pensar que se trata de conflictos humanos y sociales.

Gracias.

Ambrosio Morante

BUEN SABADO

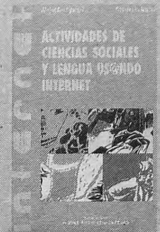
La verdad es que este sábado leer el **Página** fue diferente. Empecé por la contratapa. La nota de José Pablo Feinmann es de diez. Seguí por **Futuro**, y me encuentro con el comentario de *Copenhague*, que fui a ver el miércoles, y bien. Por último, leo el enigma rápido y sencillo, y enseguida supe la respuesta. Como aprendimos en el secundario, una suma por su diferencia es la diferencia de los cuadrados.
(a + b) x (a - b) = aa-bb (no sé poner "a cuadrado" con el teclado)
como son números consecutivos, a - b es uno siempre, o sea que aa - bb = a + b.

Saludos

Enrique Tempelsman

LIBROS Y PUBLICACIONES

ACTIVIDADES DE CIENCIAS SOCIALES Y LENGUA USANDO INTERNET
Alejandro Spiegel y Gabriel Bajarlía
Ediciones Novedades Educativas
160 páginas



Afortunadamente, no se trata de otro "libro de Internet".

A pesar de su título, *Actividades de ciencias...* podría funcionar a la perfección en una sociedad en la que esa falsa panacea llamada internet no existiera. Pensada como inteligente ayuda para docentes de Ciencias Sociales del EGB, la reciente obra de Spiegel y Bajarlía parte de cuentos y fábulas que sirven para que los chicos reflexionen y realicen actividades prácticas en las escuelas (esas instituciones educativas que solían existir en un país que solía llamarse Argentina).

En ese sentido, internet "sólo" sirve para aplicar los conocimientos adquiridos y, de paso, convertir en azarosos los saberes: como en un incierto laberinto, en internet uno sabe dónde arranca pero difícilmente sepa dónde termina. Como sostienen sus autores, especialistas en pedagogía, no hay oposición entre la "cultura Internet" y la "cultura librística"; Internet es una herramienta y la idea siempre es que los chicos se queden con ganas de seguir leyendo... LIBROS. ***M.D.A.***

AGENDA CIENTIFICA

CHARLA DE LOS VIERNES

La doctora Lidia Szczupak será la encargada de hablar sobre redes neuronales en la acostumbrada charla de los viernes en la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA. Será el 3 de mayo a las 18, en el aula 6 del Pabellón 2 de Ciudad Universitaria, con entrada gratuita.

APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS

La Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UBA invita al seminario "Aprendizaje en Ciencias en el Laboratorio: experimentación y modelado", organizado por el Centro de Formación e Investigación en Enseñanza de las Ciencias (Cefiec). Estará a cargo de Dominique Colinvaux, de la Universidad Federal Fluminense de Brasil y será el lunes 29 de abril a las 15. Informes: 4576-3331, cefiec@de.fcen.uba.ar

PERIODISMO CIENTIFICO A DISTANCIA

El Instituto de Investigaciones Bioquímicas-Fundación Campomar brindará un "Taller de periodismo de divulgación científica y tecnológica a distancia" en los niveles introductorio y avanzado. Metodología y programas se pueden consultar en www.leloir.org.ar o pedirlos en afontanet@leloir.org.ar o en los teléfonos 4867-2992.

GENETICA ANIMAL

Del 6 al 17 de mayo se realizará en la Facultad de Ciencias Veterinarias de La Plata un curso teórico práctico de genómica animal, organizado por el Centro de Genética Básica y Aplicada (Cigeba) de la UNLP. El curso tiene una duración de 40 horas y se dictará de lunes a viernes de 16 a 20. Informes: (0221) 425-7980 posgrado@fcv.unlp.edu.ar

MENSAJES A FUTURO
futuro@pagina12.com.ar